1893

Bacteriologische Untersuchungen

des

Grundwassers in Jurjew

nebst

Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät

der Kaiserlichen Universität zu Jurjew

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

G. Tager,

Arzt.

Ordentliche Opponenten:

Dr. **A. Sokoloff.** — Docent Dr. **E. Stadelmann.** — Prof. Dr. **B. Koerber.**

Jurjew.

Schnakenburg's Buchdruckerei.

1893.

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго Факультета Императорскаго Юрьевскаго Университета.

Референтъ: Профессоръ Д-ръ Б. Керберъ.

Юрьевъ, 5 Мая 1893 г.

№ 396. Деканъ: Драгендорфъ.

MEINER THEUREN MUTTER

UND

DEM ANDENKEN MEINES VATERS

GEWIDMET.

Beim Scheiden von der hiesigen Hochschule sei es mir gestattet, allen meinen hochverehrten Lehrern, für die mir zu Theil gewordene wissenschaftliche Ausbildung meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Insbesondere bitte ich Herrn Prof. B. Koerber, auf dessen Anregung vorliegende Arbeit entstand, meinen tiefsten Dank für die liebenswürdige Unterstützung mit Rath und That entgegenzunehmen.

Meinem lieben Collegen, Dr. M. Lossky, Assistenten am hygienischen Institut spreche ich für sein freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank aus.

Das Wasser können wir nicht nur als Nahrungstoff betrachten, den wir neben den anderen Nahrungsmitteln dem Organismus zuführen müssen, um das ausgeschiedene Quantum zu ersetzen, damit der Organismus in Gleichgewicht erhalten werde, sondern es ist auch zu gleicher Zeit eines der wichtigsten Genussmittel und trotzdem wird, wie Fränkel[1]) sich ausdrückt, „kein anderes Nahrungs- oder Genussmittel vor dem Gebrauche so wenig verändert und damit etwaiger Schädlichkeiten entkleidet, wie das Wasser, kein anderes ist bei alledem in der Regel Verunreinigungen jeder Art so schutzlos preisgegeben, wie eben dieses."

Das Wasser muss, wie die übrigen Nahrungsmittel eine gute Beschaffenheit besitzen, die aber wiederum in erster Linie von seiner Reinheit abhängig ist.

Besitzt das Wasser diese Eigenschaft nicht, so kann es dem Organismus grossen Schaden verursachen, indem dadurch verschiedene Krankheiten entstehen können.

„Wenn man nach einer Ursache einer Epidemie sucht, wird man nicht umhin können, zu überlegen, ob das Wasser so ganz unbetheiligt gewesen ist, sagt Virchow[2]). Wir sehen aber, dass bevor man noch die Ursa-

1) Zeitschrift für Hygiene Bd. VI. Untersuchung über Brunnendesinfection und den Keimgehalt des Grundwassers, pag. 23.

2) Citat bei C. Fränkel und Piefke: Versuche über die Leistungen der Sandfilter. Zeitschrift für Hygiene Bd. VIII. pag. 5.

chen der Infectionskrankheiten kennen gelernt hat, man doch schon hat beobachten können, dass zwischen der Verbreitung von Infectionskrankheiten und dem Trinkwasser ein gewisser Zusammenhang existire. So drückt sich Formey[1]) im vorigen Jahrhundert aus: «Berlin würde jährlich 200 Menschen weniger auf der Todtenliste haben, wenn man aufhörte die Nachteimer in die Spree auszuleeren.» Empirisch hat schon das Volk herausgefunden, dass ein Zusammenhang zwischen Krankheiten und Trinkwasser existire. Dass die Aerzte beim Ausbruch von Epidemieen schon im Mittelalter beschuldigt wurden das Wasser vergiftet zu haben deutet schon darauf hin, dass das Volk die Ursache der Entstehung der Epidemieen auf das Wasser zurückführte. Diese Ansicht hat sich noch leider bis zur Jetztzeit erhalten; das lehren uns die Vorgänge in den letzten Jahren, während der Choleraepidemien in Italien und Russland, wo aufrührische Bewegungen unter dem Volke gegen die Aerzte entstanden.

Seitdem man aber die Aethiologie mehrerer Infectionskrankheiten in specifischen Microorganismen kennen gelernt hat, kam man immer zur Ueberzeugung, dass das Trinkwasser bei der Verbreitung derselben wirklich eine wichtige Rolle spielt. Ja für manche Infectionskrankheiten, namentlich für Cholera und Typhus sind sogar die eigentlichen Krankheitserreger sicher im Wasser nachgewiesen worden.

So gelang es Rob. Koch[2]) die Kommabacillen

1) Citat bei Frank: Die Veränderungen des Spreewassers. Zeitschrift für Hygiene Bd. III, pag. 361.

2) Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 entsandten Commission. Berlin 1887. pag. 182.

der Cholera in dem Wasser eines Weihers, wo Wäsche von Cholerakranken gewaschen wurden, nachzuweisen. Auch gelang es Nicati und Rietsch[1]) im Seewasser bei Marseille, zur Zeit einer Choleraepidemie, Cholerakeime nachzuweisen. In letzter Zeit gelang es Pasquale[2]) während der Choleraepidemie zu Massauah im Wasser zweier Brunnen Cholerabacillen zu finden. Auch im feuchten Boden in der Umgebung der Brunnen konnte er dieselben nachweisen. Nun stellte sich bald heraus, dass diejenigen, welche das Wasser der inficirten Brunnen benutzten, an Cholera erkrankten. Auch Fränkel[3]) gelang es in den Wasserproben aus den verschiedenen Duisburger Wasserläufen, Cholerakeime aufzufinden.

Viel häufiger sind schon die Typhusbacillen im Wasser gefunden worden. Zum ersten Male wurden sie von Moers[4]) in einem Brunnen entdeckt, welcher durch Jauche stark verunreinigt war. Auch vielen anderen Forschern gelang der Nachweis von Typhusbacillen im Wasser.

Der Grund, warum man bisjetzt doch so selten die pathogenen Microorganismen im Wasser gefunden hat, besteht darin, dass unsere Untersuchungsmethoden noch nicht feingenug ausgebildet sind und die Untersuchung gewöhnlich zu einer solchen Zeit vorgenommen wird, wo die Microorganismen nicht mehr nachzuweisen sind, da in der Zeit von der Infection bis zum Ausbruch der Krankheit dieselben gewöhnlich absterben, weil die

1) Citat bei Kubel-Gärtner. pag. 431.

2) Supplement zur Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1892, pag. 236.

3) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. XII, pag. 914.

4) Citat bei Kubel-Gärtner.

Lebensdauer der pathogenen Microorganismen im Wasser bekanntlich eine beschränkte ist.

Aus diesem Grunde werden wir nicht nur solches Wasser als verdächtig betrachten, wo wirklich pathogene Microorganismen gefunden worden sind, sondern auch solches, wo nur eine Möglichkeit einer Infection mit Krankheitskeimen gegeben ist.

Die Mittel, welche uns zu Gebote stehen bei der Beurtheilung eines Wassers sind: 1) die bacteriologische Untersuchung, 2) die chemische Untersuchung und 3) die Besichtigung des Brunnens und seiner Umgebung. Die erste Methode giebt uns ein klares Bild über Quantität und Qualität der Keime, unter denen wir gelegentlich auch pathogene Keime auffinden. Die chemische Untersuchung giebt uns Anhaltspuncte dafür, ob im Wasser irgend welche Verunreinigungen mit Schmutzstoffen vorhanden sind, indem sie uns in demselben Stoffe nachweist, welche unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen dürfen.

Die Besichtigung des Brunnens und seiner Umgebung muss deshalb vorgenommen werden, um anormale Verbindungen zwischen Abtritten, Schlammkästen, Jauchstätten etc. und dem Brunnen aufzudecken. Am besten ist es, wenn man alle 3 Methoden bei der Beurtheilung eines Wassers berücksichtigt, da sie sich ergänzen.

Zu meinen Untersuchungen dienten mir 3 Brunnen, von welchen 2 vor 3 Jahren, der dritte vor $2^1/_2$ Jahren in einem Garten, der in einer Niederung am rechten Ufer des Embach gelegen ist, angelegt worden sind. Die betreffenden Brunnen sind ausschliesslich zur hygienischen Untersuchungszwecken bestimmt. Etwa vor $2^1/_2$

Jahren wurden an diesen Brunnen Untersuchungen von Keck[1]) angestellt. Diese Brunnen sind von ihm folgendermassen beschrieben: „in die Erde wurde ein viereckiges Loch bis unter den Grundwasserspiegel gegraben, alsdann wurden 3 Thonröhren von 32 cm. Durchmesser hineingelassen. Die Verbindung zwischen den einzelnen Röhren wurde durch Becherverschluss und Cement hergestellt, so dass dasEindringen fremder Elemente in den Brunnen von der Seite her verhindert wurde; damit auch von oben her jegliche Verunreinigungen vermieden werden, wurden die oberen Oeffnungen durch gut schliessende Holzdeckel verschlossen. Die Bodenschichten, durch welche man beim Graben durchdringen musste, waren schwarze Erde und Lehm mit Torf gemischt."

Die Anlegung des dritten Brunnens geschah nach den Angaben von Bratanowicz[2]), dem sie auch als Untersuchungsobject dienten, in derselben Weise, nur massen die zur Fassung des Brunnens benutzten Thonröhren 22 cm. im Durchmesser und lag die Brunnensohle im Triebsande. Die betreffenden 3 Brunnen werden in den beiden genannten Dissertationen als Brunnen IV A, IV B und IV C bezeichnet, welche Benennung auch ich beibehalte. Die Messungen dieser 3 Brunnen ergaben von der Erdoberfläche bis zur Brunnensohle gerechnet 192 cm. (IVA), — 184 cm. (IVB), — und 240 cm. (IVC). Die Röhren der ersten 2 Brunnen überragen den Erdboden um 40 cm., die der dritten nur um 10 cm.

---

1) Ueber das Verhalten der Bacterien im Grundwasser Dorpat. Dissert. Dorpat 1890.

2) Ueber den Keimgehalt des Grundwassers in Dorpat. Dissert. Dorpat 1892.

Bevor ich zu meinen Untersuchungen übergehe, möchte ich im Kurzen den Gang und die Methode der Untersuchung besprechen. Zur Entnahme der Wasserproben aus den Brunnen benutzte ich kleine viereckige Fläschchen von 25 ccm. Inhalt, welche mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln versehen waren. Diese Fläschchen wurden vermittelst des von Kirchner[1]) beschriebenen Apparates in den Brunnen versenkt. Die Entnahme geschah um ½9 Uhr Morg. Die Probefläschchen wurden, um das Wasser vor dem Gefrieren zu schützen, zunächst in ein mit Watte gefülltes Holzkästchen und darauf in einen grösseren Blechkasten hineingelegt und sodann in das hygienische Institut transportirt, wo sofort, um nicht zu falschen Resultaten zu kommen, die Verarbeitung der Proben vorgenommen wurde, — denn wie Wolffhügel[2]), Bolton[3]), Heraeus[4]), und A durch Experimente nachgewiesen haben, vermehren sich die Keime beim längeren Stehen in der Wärme.

Sämmtliche Utensilien wie Pipetten, Verdünnungsgefässe, Fläschchen, Apparat und Schnur wurden von mir persöhnlich jeden Tag sterilisirt.

Von den 3 bekannten Untersuchungsmethoden: Koch'schen Gelatineplattenmethode, August Smith's Reagensglasmethode und Fol-Dunant's Verdünnung-

1) Centralblat für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. XI, pag. 647.

2) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. I, 1886 pag. 461.

3) Ueber das Verhalten verschiedener Bacterien im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene Bd. I, pag 92.

4) Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnen, sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien. Zeitschrift für Hygiene Bd. I, pag. 202.

methode, benutzte ich das von Esmarch modificirte Koch'sche Verfahren, welches für die quantitative Bestimmung der Bacterien am geeignetsten ist. Die einzige Unannehmlichkeit, auf welche man bei dieser Methode stosst, ist die, dass bei den Röhrchen, welche Esmarch empfohlen hat, es sehr häufig vorkommt, dass beim Rollen die verflüssigte Gelatine den Watteprop mit einer dicken für Luft undurchdringlichen Schicht überzieht, in Folge dessen eine grössere Zahl von Microorganismen namentlich aërobe nicht zur Entwickelung kommen können. Bei den von Prof. Koerber modificirten Röhrchen, wird dieser Uebelstand beseitigt.

Auch benutzte ich den Centrifugirapparat von Prof. Koerber, vermittelst welchen die verflüssigte Gelatine in gleichmässiger Schicht an den Wandungen des Röhrchens ausgebreitet und zum Erstarren gebracht wird. War die Zahl der in den Röhrchen ausgewachsenen Colonien eine geringe, so wurde das ganze Röhrchen durchgezählt, im entgegengesetzten Falle wurde der von Prof. Koerber construirte Zählapparat benutzt.

Die Anforderungen, welche an das Trinkwasser vom hygienischen Standpuncte gegenwärtig gestellt werden, sind, seitdem man die grosse Bedeutung des Wassers bei der Verbreitung von Infectionskrankheiten kennen gelernt hat, ganz andere geworden, als sie noch vor einem Decennium waren. Damals begnügte man sich mit der Feststellung der organischen Substanzen, Salpetersäure und Chlor, und man verlangte, dass gewisse Grenzwerthe dieser Substanzen nicht überschritten werden sollten, während jetzt hauptsächlich gefordert wird, dass das Wasser frei von Krankheitserregern sein soll.

Die Bezugsquellen, welche dem Menschen zur V erfügung stehen um seinen Wasserbedarf zu decken, sind verschiedene. Wir unterscheiden Oberflächenwasser, Grund- und Quellwasser. Zu dem ersteren gehören Fluss-, Bach- und Seewasser.

Wenn wir nun die einzelnen Bezugsquellen, die bei der Wasserversorgung in Betracht kommen, auf die Möglichkeit einer Infection mit Krankheitserregern vergleichen, so müssen wir zugeben, dass das Oberflächenwasser zu jeder Zeit einer solchen ausgesetzt ist. Schon seit mehreren Jahrhunderten war es in vielen Städten üblich alle menschlichen und thierischen Abfallstoffe zum Theil im Boden versickern zu lassen, theilweise durch oberirdische Rinnsteine oder unterirdische Sielen dem benachbarten Flusse zuzuführen. Dies war selbstverständlich die billigste nnd einfachste Methode um den Unrath zu entfernen, eine Erscheinung, welche leider noch bis zum heutigen Tage sogar in vielen grossen cultivirten Städten practicirt wird, obwohl man schon jetzt ganz genau weiss, mit welchen Gefahren für die Einwohner dies verbunden ist. Ausserdem ist aber das Oberflächenwasser von anderen Seiten her der Verunreinigung ausgesetzt; — aus der Luft gelangen fortwährend in dasselbe Bacterien hinein; mit dem Regen, während der Schneeschmelze werden sie demselben zugeführt, mit einem Worte: „in der freien Natur wird niemals ein keimfreies Oberflächenwasser vorkommen, stets wird es sich als mit Bacterien verunreinigt zeigen“ (Frank[1]).

Aus alledem geht hervor, dass ein solches Wasser

1) l. c. pag. 375.

aus dem Gebrauche selbstverständlich ausgeschlossen werden muss. Das Wasser muss auf irgend eine Weise von den Bacterien befreit werden und dies suchte man durch Filtration zu erreichen, welche auch in vielen Städten im Grossen eingeführt worden ist. In der That enthält das filtrirte Wasser viel weniger Keime, als das unfiltrirte und man meinte, dass auch diese wenigen im Filtrat auftretenden Keime, nicht aus dem unfiltrirten Wasser herstammen, sondern dass sie nur unvermeidliche, den nicht sterilisirten Bestandtheilen des Filters entstammende Beimengungen darstellen. Man setzte voraus, dass die Filtration eine vollkommene sei und dass sie sicher jede Infection ausschliesse.

Diese allgemein verbreitete Meinung wurde von C. Fränkel und Piefke [1]) durch ihre Untersuchungen vollständig widerlegt.

In Berlin brach plötzlich eine ziemlich starke Typhusepidemie aus, die sich auf ein scharf begrenztes, zusammenhängendes Gebiet beschränkte. Vor Allem wurde an das Trinkwasser als Quelle der Infection gedacht. Bei genauerer Forschung stellte sich heraus, dass das betreffende Gebiet vom Strahllauer Wasserwerke mit filtrirtem Wasser versorgt wurde. Dadurch veranlasst, stellten die genanten Autoren Versuche an, ob überhaupt die Sandfiltration uns die sichere Garantie gegen eine Verschleppung etwaiger Infectionserreger aus dem verdächtigen Flusswasser biete. Zu diesem Zweck construirten sie einen Filter, welcher genau den grossen Sandfiltern des Berliner Wasserwerkes entsprach. Sie stellten zuerst mit Bac. violaceus Versuche an, da

1) Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. Zeitschrift für Hygiene Bd. VIII, pag. 1.

derselbe als chromogener Bacillus leicht aufzufinden war. Es ergab sich, dass während der ganzen Dauer des Versuches, diese Bacterien fortgesetzt den Filter passirten.

Um nun festzustellen, wie es sich mit den pathogenen Bacterienarten verhält, was selbstverständich von grosser practischer Beteutung ist, stellten sie weitere Versuche an und zwar mit Typhus- und Cholerabacillen. Auch hier hat sich herausgestellt, dass sie von Filter nicht zurückgehalten werden. Somit haben sie durch ihre Versuche bewiesen, dass die Sandfiltration keine vollkommene ist und dass in's Filtrat immer aus dem unfiltrirten Wasser Keime gelangen auch bei normal verlaufendem Filtrationsprocesse. Die Menge derselben wird natürlich steigen, wenn irgend eine Unordnung im Filter sich einstellt, was auch sehr häufig vorkommt. Dass aber filtrirtes Wasser weniger Gefahren mit sich bringen wird als nicht filtrirtes, ist selbstverständlich. Aus diesen eben genannten Gründen müssen wir ein solches Verfahren für die Gesundheit unschädliches Wasser zu gewinnen verwerfen, überhaupt die Versorgung mit Oberflächenwasser ganz aufgeben und uns an das Quell- oder Grundwasser wenden.

Die Quellen müssen in Bezug auf Qualität und Sicherheit vor Verunreinigungen bei der Wasserversorgung die erste Stelle einnehmen. „Das Quellwasser gewährt allein die Garantie der erforderlichen Reinheit und wird allein die vollständige Sicherheit gegen die bekannten Gefahren der Uebertragung der Infectionskeime durch das Trinkwasser liefern“ (Vaillard[1]).

1) Citat im Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. VII, pag. 610.

Da aber nicht jede Stadt Quellen besitzt und da das Wasser, welches die Quellen liefern, nicht immer ausreicht, um dem Bedürfniss einer grösseren Bevölkerung vollständig zu entsprechen, so muss unter solchen Verhältnissen das Grundwasser in erster Reihe in Betracht kommen.

Es ist schon von vielen Seiten her die Meinung ausgesprochen worden, dass das Grundwasser, wenn es aus tieferen nicht inficirten Bodenschichten stammt und in geeigneter Weise zu Tage gefördert wird, keimfrei ist. „Im Grundwasser, namentlich solchem, welches einem gut filtrirenden Boden entstammt, dessen Schichten Microorganismen zurückzuhalten im Stande sind und vorausgesetzt, dass man es in geeigneter Weise entnimmt, besitzen wir nicht allein ein vor Infection vollständig geschütztes Material, sondern auch ein Wasser, welches nach seinen anderen Eigenschaften dem besten Quellwasser ebenbürtig an die Seite gestellt werden kann (Proskauer[1]). Auch Fränkel[2]) spricht sich für das Grundwasser folgendermassen aus: „Das Grundwasser hat an und für sich alle Eigenschaften, die es zum Gebrauche empfehlenswerth machen. Die athmosphärischen Niederschläge erfahren bei ihrem langsamen Durchgange durch den Boden eine Veredelung in jeder Hinsicht und werden so zu einem wahren Genussmittel; dann wird aber das Wasser auf seinem Wege zu den tieferen Schichten auch so vollständig von etwaigen

1) Beitrag zur Kenntniss der Beschaffenheit von stark eisenhaltigen Tiefbrunnenwässern etc. Zeitschrift für Hygiene. Bd. IX pag. 148.

2) l. c. pag. 31.

schädlichen Stoffen befreit, wie dies durch kein sonstiges Mittel erreicht werden kann."

Besonders schlagende Beweise für die Keimfreiheit des Grundwassers wurden von C. Fränkel[1]) geliefert. Er benutzte zu seinem Versuche 2 Röhrenbrunnen auf dem Hofe des hygienischen Institutes zu Berlin. Er unterzog das Wasser einer bacteriologischen Untersuchung und fand einen sehr grossen Keimgehalt; dann liess er 500 Liter Wasser auspumpen und untersuchte das Wasser wiederum. Die Zahl der Keime war auf ein Minimum reducirt. Diese Erscheinung veranlasste ihn anzunehmen, dass das zum Brunnen zufliessende Wasser keimfrei sei und nur innerhalb des Brunnens selbst die Entwickelung der Bacterien stattfinde. Um noch weiter seine Vermuthung zu bekräftigen, stellte er folgenden Versuch an: er unterzog das Brunnenrohr und den Pumpenkopf einer gründlichen Desinfection vermittelst einer 2% Lösung einer Mischung von Carbol- und Schwefelsäure.

In der That zeigte es sich, dass das Wasser im Brunnen 7 Tage lang steril blieb, obwohl man schon am zweiten Tage mit den feinsten Reagentien auch nicht die geringsten Spuren der desinficirenden Lösung nachweisen konnte.

Noch merkwürdiger ist die Thatsache, dass die betreffenden Brunnen in einer sehr stark bewohnten Gegend angelegt sind, in deren Nähe die sog. „Müllgrube", die Ablagerungsstätte der festen Abfallstoffe der Berliner Häuser sich befindet. Die Erklärung für die Keimfreiheit des Grundwassers sehen Fränkel und A. in der

1) l. c. pag. 34.

filtrirenden, zurückhaltenden Kraft des Bodens. Wir sehen also, was ein gut filtrirender Boden zu leisten im Stande ist. Andererseits aber warnt auch Fränkel davor, diese Thatsache zu verallgemeinern. Im Gegentheil wir stossen sehr häufig auf eine ganze Reihe von Bedingungen, unter denen der Boden seine filtrirende Kraft einbüsst und das Grundwasser keimhaltig ist. Es kommt hier hauptsächlich auf die Porosität und auf die Dicke der filtrirenden Erdschicht von der Oberfläche bis zum Grundwasser an. Besteht der Boden aus grobporigem Material, wie z. B. aus lockerem Geröll, grobem Kies, Torf etc., oder reicht das Grundwasser bis dicht unter die Oberfläche des Bodens, so dass die filtrirende Schicht von geringer Mächtigkeit ist, so haben wir immer auf keimhaltiges Wasser zu rechnen, unter denen sich gelegentlich auch pathogene Bacterien vorfinden können. Wenn wir näher die Verhältnisse Dorpat's in's Auge fassen, so finden wir, dass auch Dorpat auf das Grundwasser ausschliesslich angewiesen ist. Das Embachwasser als Nutz- und Trinkwasser zu verwerthen, kann gar nicht die Rede sein. Das Wasser ist immer mit organischen, pflanzlichen und thierischen Substanzen gesättigt; beim Durchfliessen durch die Stadt erhält der Fluss durch die unterirdischen Sielen und oberirdischen Rinnsteine alle möglichen Verunreinigungen. Abgesehen davon, dass das Wasser unappetitlich aussieht, indem es trübe ist, Algen und kleine Wasserthierchen enthält, ist es noch durch die verschiedenartigsten Zuflüsse immer der Gefahr ausgesetzt Infectionsstoffe zu erhalten. Dieselben können auf diejenigen, die das Wasser gebrauchen, übertragen werden.

Die bacteriologische Untersuchung, die von Haudring[1]) vorgenommen wurde, ergab, dass dasselbe recht reich an Bacterien war, obgleich er das Wasser im Winter untersucht hat, wo der Embach in seinem ganzen Verlaufe mit einer dicken Eisdecke bedeckt war, die das Wasser vor Verunreinigungen schützen musste.

In der That beziehen auch die meisten Einwohner Dorpat's ihr Trink- und Nutzwasser, abgesehen von denjenigen, welche am Flusse leben und von den Universitätsgebäuden, die von der Universitätsleitung mit Wasser versorgt werden, vermittelst Pump- oder Ziehbrunnen aus dem Grundwasser.

Das Grundwasser wurde in bacteriologischer Beziehung im Jahre 1890 von Keck[2]) untersucht. Er untersuchte dasselbe von März bis August und fand dasselbe immer sehr keimreich.

Im Jahre 1892 wurden wiederum von Bratanowicz[3]) bacteriologische Untersuchungen des Grundwassers angestellt. Die Versuche von Keck, Bratanowicz und mir sind an denselben Brunnen gemacht worden.

Auch Bratanowicz kam zu dem Resultat, dass das Grundwasser Dorpat's sehr bacterienreich ist und dass die Bacterienzahlen bei fortlaufender Untersuchung grosse Schwankungen aufweisen.

Der Zweck meiner Untersuchungen war festzustellen, wie sich das Grundwasser in den Wintermonaten verhält, wo der Boden sehr tief gefroren und dadurch für Flüssigkeiten fast undurchlässig ist, infolge dessen

---

1) Bacteriologische Untersuchungen einiger Gebrauchswässer Dorpat's. Dissert. Dorpat 1888.

2) l. c.

3) l. c.

die Zuflüsse von oben her vollständig ausgeschlossen sind. Der Brunnen ist also ausschliesslich auf dasjenige Wasser angewiesen, welches während der nassen Jahreszeit in den unterirdischen wasserführenden Schichten sich ansgesammelt hat. Dieses Wasser muss bis es zum Brunnen gelangt, einen längeren Weg zurücklegen, folglich auch die Filtration eine vollkommene sein.

Auch wurde mir die Aufgabe gestellt zu beobachten, inwiefern das Grundwasser mit dem Beginn des Aufthauens des Bodens verändert wird.

Was nun die Construction der Brunnen, an denen die Versuche angestellt worden sind, betrifft, so handelt es sich, wie schon erwähnt wurde, um Kesselbrunnen; dabei ist aber dafür gesorgt worden, dass in dieselben nur das Grundwasser hineinfliessen kann, während die Zuflüsse von den Seiten her durch die wasserdichten Thonröhren vollständig ausgeschlossen sind.

Die betreffenden Brunnen waren vom October 1892, bis zum Januar, wo ich meine Untersuchungen begann, mit Holzdeckeln verschlossen und nicht benutzt worden.

Es ist schon von mehreren Autoren, so Roth[1]), Cramer[2]), Bolton[3]) u. A. darauf hingewiesen worden, dass, wenn eine Wasseranlage eine Zeit lang nicht benutzt wird und die Zufuhr frischen Grundwassers sistirt, die Zahl der Bacterien in demselben bedeutend zunimmt.

Ich konnte in Folge dessen schon voraussagen, dass der Keimgehalt in meinen Versuchsbrunnen sich als recht gross erweisen werde, was sich auch bestätigt hat, wie aus den Tabellen I, II und III zu ersehen ist.

1) Deutsche Vierteljahrschritt für öffentl. Gesundheitspflege Bd. XXI. pag. 318.

2) Citat bei Kubel-Tiemann.

3) l. c. 90.

Tabelle I.

Brunnen IV A.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.
					I.	II.	III.	
18./I.	22./I.	2,5° C.	131	1/100	204750	213125	172125	196667
19./I.	25./I.	—	—	1/200	193440	176400	170283	180041
20./I.	26./I.	—	—	1/200	146242	187200	177862	170435
21./I.	27./I.	—	—	1/200	418965	445500	231900	365222
22./I.	28./I.	—	—	1/200	342240	450000	312872	368371
24./I.	29./I.	2	139	1/200	618000	592800	640902	619001
25./I.	30./I.	—	—	1/200	421800	439250	301475	387508
26./I.	31./I.	—	—	1/200	253500	276675	241800	257325
27./I.	1./II.	—	—	1/200	500388	454100	—	477244
28./I.	2./II.	—	—	1/200	570400	458002	—	514201
29./I.	3./II.	—	—	1/200	420941	476276	—	448608
30./I.	4./II.	2	—	1/200	429000	335780	—	382390
31./I.	5./II.	—	—	1/200	741000	878324	—	809662

Tabelle II.

Brunnen IV B.

Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.				Bemerkungen.
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
					I.	II.	III.		
I.	23./I.	2,5° C.	135	1/200	425150	385875	322778	377934	
/I.	25./I.	—	—	1/200	261950	181350	verdorb.	221650	
/I.	26./I.	—	—	1/200	310000	278212	251745	279989	
/I.	27./I.	—	—	1/200	341580	298220	330460	323420	
/I.	28./I.	—	—	1/200	485500	429000	356250	423583	
/I.	29./I.	—	135	1/200	350700	320872	298350	323307	23./I. gepumpt bis 180 Wasserstand.
/I.	30./I.	2	—	1/200	202125	214986	182280	199797	
/I.	31./I.	—	—	1/200	128456	129226	160720	139467	
/I.	31./I.	—	131	1/200	142800	161500	129477	144592	
/I.	1./II.	—	145	1/200	50375	64000	—	57187	26./I. gepumpt bis 180 Wasserstand.
/I.	2./II.	—	141	1/200	110625	80250	—	95422	
/I.	3./II.	2	137	1/200	123936	126440	109571	119982	
/I.	4./II.	—	137	1/200	91650	164000	—	127825	
/I.	5./II.	—	137	1/200	542220	508805	401100	484042	
/II.	6./II.	1,8	136	1/200	646400	596880	—	591640	
/II.	7./II.	—	136	1/200	746900	725400	—	736150	

Tabelle III.

Brunnen IV C.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in Cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.				Bem.
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
					I.	II.	III.		
18./I.	25./I.	2,5° C.	128	1/100	164525	197786	222148	194819	
19./I.	27./I.	—	—	1/50	321300	242091	—	281695	
20./I.	28./I.	—	—	1/100	205321	200412	198428	201387	
21./I.	29./I.	—	—	1/100	235750	148219	230220	204731	
22./I.	30./I.	—	—	1/100	148218	144000	—	146109	
23./I.	31./I.	—	—	1/100	65250	55320	—	60285	
24./I.	31./I.	2,5	125	1/100	316200	416347	—	366273	
25./I.	1./II.	—	—	1/200	243750	239850	—	241800	
26./I.	2./II.	—	—	1/200	161250	203532	217560	194114	
27./I.	3./II.	—	—	verdorben				—	
28./I.	4./II.	—	—	verdorben				—	
29./I.	5./II.	—	—	1/200	183967	203532	—	193749	29./I pur
30./I.	6./II.	2,5	124	1/200	267980	215722	—	241851	bis
31./I.	7./II.	—	140	1/200	124000	108444	158000	130145	Wa st
1./II.	8./II.		124	1/200	14400	17400	—	15900	
2./II.	9./II.	—	124	1/200	12600	15000	—	13800	2./II bis
3./II.	10./II.	3	144	1/200	8600	7000	—	7800	Wa st

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Einsaat	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm. Rollröhrchen. I.	Rollröhrchen. II.	Durchschnittszahl.	Bemerkungen.
I.	11./II.	3	144	1/200	7200	8800	8000	
I.	12./II.	—	125	1/200	12000	19000	15500	5./II gepumpt bis 238 Wasserstand.
I	13./II.	—	140	1/200	12000	14000	13000	
I.	14./II.	—	124	1/200	14000	verfl.	14000	
I.	15./II.	2,5	124	1/200	20000	20000	20000	
I.	16./II.	—	125	1/200	18000	14000	16000	
I.	16./II.	—	125	1/200	30000	verfl.	30000	10./II. gepumgt bis 242 Wasserstand.
I.	17./II.	—	145	1/100	12000	15300	13650	
II.	18./II.	—	125	1/100	10000	12600	11300	
II.	19./II.	—	125	1/100	2400	4200	3300	
II.	20./II.	2,5	126	1/100	5800	6500	6150	
II.	21./II.	—	126	1/100	14000	15000	14500	
II.	24./II.	—	126	1/100	28000	26300	27150	
II.	25./II.	—	124	1/100	21500	22000	21750	
II.	26./II.	—	124	1/50	21650	20000	20825	
II.	28./II.	—	124	1/50	19500	18500	19000	
II.	1. III.	2,5	124	1/50	17000	16500	16750	22./II. gepumpt bis 235 Wasserstand.
II.	2./III.	—	143	1/50	verflüssigt			
II.	3./III.	2	124	1/50	3000	2500	2750	
II.	4./III	—	124	1/50	1450	1300	1225	
II.	5./III.	—	125	1/50	1200	1000	1100	
II.	6./III.	—	125	1/50	1250	950	1100	27./II. gepumpt bis 245 Wasserstand.
II.	7./III.	—	145	1/50	1700	2000	1850	
III.	8./III.	2	125	1/50	1450	600	1525	1./III. gepumpt bis 196 Wasserstand.
III.	9./III.	—	138	1/50	1500	1100	1300	

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm. Rollröhrchen. I.	Rollröhrchen. II.	Durchschnittszahl.	Bemerk
5. III.	10. III.	—	136	1/50	2500	2650	2575	4./III. V stand 1 pumpt Wasser
7. III.	11. III.	—	118	1/50	5500	5000	5250	
8. III.	11. III.	—	114	1/50	4500	4800	4650	6./III. V stand 1 pumpt Wasser
10. III.	13. III.	1,5	109	1/50	5300	5250	5275	
12. III.	15. III.	—	109	1/100	6000	6500	6250	
14. III.	17. III.	—	100	1/100	11700	9500	10600	13. III. W stand 9 pumpt Wasser
15. III.	18. III.	—	96	1/100	13100	13000	13050	
16. III.	19. III.	—	97	1/100	14000	23100	18550	
17. III.	20. III.	1,3	96	1/100	10500	15020	12760	
18. III.	22. III.	—	81	1/100	11800	14400	13100	
19. III.	23. III.	—	87	1/100	8700	6200	7450	

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen	Colonienzahl im Cubikcm. Rollröhrchen. I.	Rollröhrchen. II.	Durchschnittszahl.	Ber kun
20./III.	1/2 9	24. III.	1,2	100	1/100	5000	5800	5400	
21. III.	1/2 9	25. III.	—	96	1/100	4000	3600	3800	
22. III.	1/2 9	26. III.	—	74	1/100	12500	10000	11250	
23./III.	1/2 9	26./III.	—	66	1/100	17800	24600	21200	
24./III.	1/2 9	27./III.	1,5	72	1/100	19800	14200	17000	24./III pump 244 serst
—	1/2 11	27. III.	—	76	1/100	5400	6000	5700	
—	1/2 1	27. III.	—	71	1/100	4100	5800	4950	
25. III.	1/2 9	28. III.	—	69	1/100	12300	12300	12300	
27. III.	1/2 9	30. III.	0,5	56	1/100	17500	19000	18250	27. III pump 235 serst
nach 25 Min.		30. III.	—	169	1/100	15600	19600	17600	
30./III.	1/2 9	2./IV.	—	34	1/100	22200	17200	19700	
31./III.	1/2 9	4. IV.	—	38	1/100	3400	3400	3400	
1./IV.	1/2 9	5. IV.	—	41	1/100	3100	3500	3300	
2./IV.	1/2 9	6./IV.	0,2	54	1/100	verflüssigt			
3./IV.	1/2 9	7. IV.	—	56	1/100	6200	6200	6200	
4./IV.	1/2 9	8. IV.	—	35	1/100	3500	3700	3600	
5./IV.	1/2 9	9. IV.	—	39	1/100	4000	3500	3750	
6. IV.	1/2 9	10./IV.	—	53	1/100	5400	4800	5100	

Die grosse Zahl der Keime, die ich in den betreffenden 3 Brunnen nach längerem Stehen gefunden habe, lässt sich ausser durch die Stagnation noch dadurch erklären, dass Bratanowicz bei seinen letzten Experimenten Bouillon in die Brunnen hineingegossen hatte.

Die Untersuchungen an dem Brunnen IVA konnte ich weiter hin deshalb nicht fortsetzen, da er meinem Collegen Bobrow für andere Zwecke zur Verfügung gestellt wurde. Brnnnen IV B diente mir selbst als Object für meine Untersuchungen über das Verhalten nicht pathogener Microorganismen im Wasser. Ich konnte nur die Beschaffenheit des Grundwassers eine längere Zeit am Brunnen IVC allein beobachten. Auch die letzten Untersuchungen konnte ich leider nur bis zum 6. April fortsetzen, da das Thonrohr in Folge des Frostes einen Riss erhielt.

Um ein klares Bild über die Beschaffenheit des zum Brunnen zufliessenden Wassers zu gewinnen, liess ich die Brunnen vollständig auspumpen..

Bei Brunnen IV B wurde dies, wie Tabelle II beweist, 2 mal wiederholt, dabei erwies sich das Wasser nach dem Pumpen viel bacterienärmer, im Ganzen aber doch als bacterienreich.

Betrachten wir nun Tabelle III, so sehen wir, dass während der ganzen Dauer der Beobachtung der Keimgehalt sich als ein hoher erwiesen hat. Die Zahlen zeigen uns keine Gleichmässigkeit, sondern sie sind grossen Schwankungen unterworfen. Wir können ferner auch hier beobachten, dass nach jedesmaligem Auspumpen des Brunnens, die Zahl der Bacterien abnimmt, um aber in den folgenden Tagen in Folge der Stagnation wieder anzusteigen. Diese Abnahme lässt sich

dadurch erklären, dass das zufliessende Wasser keimärmer ist, als das Wasser im Brunnen selbst, im Ganzen aber doch als ein keimreiches angesehen werden muss.

Von mehreren Autoren her ist die Meinung ausgesprochen worden, dass bei niedriger Temperatur eine Vermehrung der Keime nicht stattfinden kann, dass eher eine Verminderung eintritt. Meade Bolton[1]) fand, dass bei 0° eine Abnahme der Keime stattfindet, dagegen bei + 6° C schon eine Vermehrung derselben eintritt. Auch Hüppe[2]) nimmt als Minimum, bei welchem sich noch die Bacterien vermehren können + 5° C. Diesen Befund kann ich durch meine Untersuchungen nicht bestätigen, denn trotz der niederen Temperatur, die während der Zeit meiner Untersuchungen herrschte (0—2,5° C), konnte ich doch eine Vermehrung der Keime im Brunnen constatiren.

Um mich noch weiter zu überzeugen, dass das zum Brunnen zufliessende Wasser wirklich keimhaltig ist, verfuhr ich folgendermassen; Den 24. März (siehe Tabelle III) um ½ 9 Uhr M. liess ich den Brunnen vollständig auspumpen. Vordem wurde eine Probe zur Untersuchung entnommen. Der Wasserstand betrug vor dem Pumpen 72, nach dem Auspumpen 244. Nach 2 Stunden wurde wiederum eine Wasserprobe entnommen, der Wasserstand hatte fast dieselbe Höhe (76) erreicht, wie vor dem Pumpen. Der Keimgehalt war vor dem Pumpen 17000 in 1 ccm. Wasser, nach dem Auspumpen 5700; nach wiederum 2 Stunden wurde eine neue Probe entnommen, Wasserstand 71, Keimgehalt 4950 in 1 ccm. Wasser. Den 27 März wurde der Versuch nochmals

1) l. c. pag. 76.

2) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege. Bd. XXI. pag. 342.

wiederholt. Der Brunnen wurde bis 235 Wasserstand ausgepumpt. Nach 25 Minuten wurde eine Probe entnommen, Wasserstand 169, Zahl der Keime vor dem Pumpen 18250, nach dem Pumpen 17600. Diese Versuche liefern uns einen klaren Beweis, dass das zum Brunnen zufliessende Wasser sehr bacterienreich ist; ausserdem können wir noch aus diesen Versuchen sehen, mit welcher Geschwindigkeit das Wasser zum Brunnen zufliesst, so dass von einer vollständigen Filtration gar nicht die Rede sein kann.

Nun ist aber von grosser Wichtigkeit zu wissen, woher die Microorganismen im Wasser stammen, was bei der Beurtheilung eines Brunnens von grosser Bedeutung ist. Die Wege für das Eindringen von Microorganismen in die Brunnen sind sehr zahlreich. Sie können durch Vermehrung der zufällig aus der Luft in den Brunnen gerathenen Keime entstanden sein, von den Seiten her durch unreine Zuflüsse, von den oberen Bodenschichten und mit dem Grundwasser selbst zugeführt werden. An die erste Möglichkeit ist gar nicht zu denken, denn der Brunnen war fortwährend mit gut schliessendem Deckel verschlossen, und während der kurzen Zeit bei der Entnahme der Wasserproben, wo er geöffnet wurde, ist es kaum möglich die grosse Zahl der gefundenen Keime zu erklären, und ausserdem wurden die Untersuchungen von mir in einer solchen Jahreszeit vorgenommen, wo in der Luft überhaupt fast keine da sind. Auch Bratanowicz hat durch Versuche bewiesen, dass von der Luft her die Brunnen nur sehr geringen Verunreinigungen ausgesetzt sind. Er liess die Holzdeckel von den Brunnen entfernen und überdeckte sie mit Holzrahmen, die mit doppelter Gaze

überzogen waren. Es ergab sich, dass der Keimgehalt in den Brunnen keine wesentliche Steigerung dadurch erlitt, obwohl er im Sommer seine Untersuchungen ausführte, wo in der Luft viel Keime auftreten.

Die Zuflüsse von den Seiten her sind durch die vollständig wasserdichten Thonröhren auszuschliessen. Es bleibt somit nur die dritte Möglichkeit, dass die Keime sowohl mit dem Grundwasser selbst zugeführt werden, als auch von den oberen keimreichen Schichten des Bodens herstammen, was besonders im Frühling der Fall sein wird, sobald die Erdschichten aufzuthauen beginnen; das ersehen wir aus Tabelle III, wo die Zahl der Keime, sobald es zu thauen angefangen hat, zunimmt.

Wie bekannt sind die oberflächlichen Bodenschichten sehr reich an Bacterien, mit der Tiefe nimmt die Zahl derselben ab, um endlich vollständig zu verschwinden. So fand Koch im nicht aufgewühlten Boden in 1—2 Meter Tiefe keine Bacterien mehr. Die Bodenuntersuchungen von Fränkel führten zu demselben Resultate.

In unserem grobporigen Torfboden sind die Verhältnisse ganz andere. Eberbach[1]), der den Boden in einer geringen Entfernung von den Versuchsbrunnen untersuchte, fand an der Oberfläche 527640 Keime in 1 ccm. Erde, in einer Tiefe von 50 cm. 233880 und in 125 cm. Tiefe 7333.

Aus diesen Untersuchungen sehen wir, dass das Grundwasser das ganze Jahr im Niveau des Bodens liegt, wo eine grössere Anzahl von Bacterien vorhan-

1) Ueber das Verhalten der Bacterien im Boden Dorpats. Dissert. Dorpat 1890.

den ist. Aus den Schwankungen des Grundwassers in Dorpat im Laufe des Jahres ergiebt es sich, dass das Maximum auf Ende März resp. Anfang April (30 cm.), das Minimum auf den Januar (150 cm.) fällt.

Wird der Boden noch durch Abfallstoffe, Küchen- und Spülwasser verunreinigt, so versteht es sich von selbst, dass die Zahl der Bacterien in demselben noch bedeutend zunehmen wird.

Mit den Abfallstoffen können auch pathogene Microorganismen in den Boden gelangen, die sich eine längere Zeit in demselben in lebendem Zustande erhalten können. So fand Karlinski[1]), dass Typhusbacillen im trockenen Boden 3 Monate, im feuchten Boden 1 Monat lebensfähig bleiben können.

Das Meteorwasser, welches zu Grundwasser werden soll, wird bei seinem Durchgang durch den Boden nicht nur von den Keimen befreit, welche in ihm sich schon befinden, sondern es werden zahlreiche von dem mit Schmutzstoffen imprägnirten Boden direct mitgerissen und dem Grundwasser zugeführt. Finden sich im Boden auch Krankheitskeime, so werden auch sie in das Grundwasser gelangen. Besonders tritt dies bei unserem grobporigen Torfboden hervor, der die Keime zurückzuhalten nicht im Stande ist. Handelt es sich dagegen um einen gut filtrirenden Boden und liegt das Grundwasser nicht so nahe an der Oberfläche, so ist eine so rasche Bewegung der Flüssigkeiten, die auf die Oberfläche fallen, durch den Boden nicht möglich, denn es ist beobachtet worden, dass es 1—3 Jahre und mehr dauert bis Flüssig-

1) Citat im Вѣстникъ общественной гигіены, судебной и практической медицины. Октябрь 1891 стр. 46.

keiten durch einen feinporigen Boden zum Grundwasser gelangen und ebenso gelangen auch die Verunreinigungen ausserordentlich langsam dahin.

Eine weitere Quelle der Verunreinigung des Untersuchungsbrunnens bildet der Umstand, dass das Grundwasser auf dem Wege zu dem Brunnen eine undichte Abtrittsgrube, welche in einer Entfernung von etwa 40 Meter von dem Brunnen sich befindet, passiren muss. Hätten wir es mit einem gut filtrirenden, feinporigen Boden zu thun, so würden wir diese Möglichkeit sicher ausschliessen können, denn von einem solchen werden sicherlich auf einem so langen Wege alle Keime zurückgehalten.

Vergleichen wir nun meine Ergebnisse mit denen von Bratanowicz und Keck, so sehen wir, dass im Winter der Keimgehalt sich nicht viel von dem der anderen Jahreszeiten unterscheidet. Mit dem Beginn des Aufthauens nimmt die Keimzahl jedoch bedeutend zu. Die chemische Untersuchung des Brunnens wurde von meinem Collegen Seegrön in Prof. Dragendorff's Laboratorium ausgeführt. Die Untersuchung wurde zweimal vorgenommen.

Chemische Untersuchung des Brunnens IV C (auf 1.000.000 berechnet).

	22. Febr.	4. April.
Schwefelsäure SO_3	65,22	
Schwefelwasserstoff H_2S . .	nicht nachweisbare Spuren	
Chlor Cl.	127,80	159,75
Salpetersäure N_2O_5	4,60	46,52
Salpetrige Säure N_2O_3 . . .	0	
Ammoniak NH_3	10,0	1,5
Phosphorsäure P_2O_5	nicht nachweisbare Spuren	
Kalk CaO	348,00	
Magnesia MgO	167,02	
Zur Oxydation der organischen Substanzen verbrauchter Sauerstoff	7,97	
Trockenrückstand	1514,00	
Glührückstand	1296,00	
Glühverlust	223,00	

Betrachten wir diese Tabelle, so sehen wir, dass das Wasser auch in chemischer Beziehung als schlecht zu bezeichnen ist, denn sie zeigt uns, in wie grosser Menge Chlor, Ammoniak und Salpetersäure im Brunnen vorhanden sind. An und für sich sind diese Verbindungen für den Organismus unschädlich, auch wenn sie noch um das zehnfache zugenommen hätten, aber sie gewinnen dadurch Bedeutung, dass sie uns darauf hinweisen, dass in der Nähe des Brunnens Zersetzungs- und Fäulnissprocesse vor sich gehen.

Die Annahme der Verunreinigung des Brunnens von der Abtrittsgrube aus wird um so warscheinlicher, wenn wir bedenken, dass der Brunnen in einem Garten liegt, wo Abfallstoffe nicht hingelangen.

Was nun die Arten der Bacterien betrifft, die ich während meiner Untersuchung beobachten konnte, so musste ich auf eine Beschreibung derselben verzichten, da dieselbe mich zu weit geführt hätte.

Nur dies konnte ich beobachten, dass bei jeder Untersuchung immer mehr als 10 verschiedene Arten auftraten und bald prävalirte die eine, bald die andere Art. Mit dem Beginn des Aufthauens, mit dem Steigen des Grundwassers erschienen sehr viele neue Arten, welche früher im Beginn meiner Untersuchungen gar nicht vorhanden waren.

Was nun die Zahl der Arten betrifft, so sagt Gärtner[1]): „Aus der Menge der Arten kann man ein Urtheil gewinnen über die Abstammung der Keime, indem viele verschiedene Arten für eine Verunreinigung, wenige Arten für eine Vermehrung an Ort und Stelle sprechen dürften." Auch Migula[2]) spricht der Zahl der Arten eine grosse Bedeutung zu, indem er sagt: „Die Bacterien, welche auch in wirklich reinem Wasser in grösserer Menge vorkommen, beschränken sich auf sehr wenige Arten, und wo mehr als 10 Arten in einem Ccm. Wasser vorkommen, kann man annehmen, dass das H_2O durch organische Substanzen in höherem oder geringerem Grade verun-

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. III. pag. 130.

2) Die Artzahl der Bacterien bei der Beurtheilung des Trinkwassers. Centralblatt für Bacteriologie und Parasit. Bd. VIII. pag. 354.

reinigt ist, und je mehr Arten vorhanden sind, desto grösser wird im Allgemeinen auch die Verunreinigung des Wassers sein."

Nun möchte ich noch die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung eines Pumpbrunnens, der ausserhalb des Gartens sich befindet, aber in demselben Hofe hinzufügen, um ein anschauliches Bild über die Beschaffenheit, Construction und Leistung der übrigen Dorpater Brunnen zu gewinnen.

Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besitzung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wieviel Wasser zur Untersuch. genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
			Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.
			I.	II.	III.	
30./XII.	2./I.	1,0	281	241	260	261
3./I.	7./I.	1,0	verflüssigt			
5./I.	9./I.	0,5	228	226	302	252
9./I.	13./I.	0,5	336	374	334	348
10./I.	14./I.	0,5	240	150	180	190
11./I.	15./I.	0,5	168	108	154	143
12./I.	16./I.	0,5	114	84	100	99
13./I.	17./I.	0,5	156	120	144	140
14./I.	18./I.	0,5	104	104	110	106
15./I.	19./I.	0,5	166	160	—	163
16./I.	20./I.	0,5	132	140	—	136
19./I.	23./I.	0,5	282	256	—	269
24./I.	28./I.	0,5	268	252	—	260
25./I.	29./I.	0,5	300	290	—	295
27./I.	30./I.	0,5	170	214	—	192
29./I.	1./II.	0,5	260	200	—	230
31./I.	3./II.	0,5	212	170	—	191
2./II.	6./II.	0,5	150	210	—	180
5./II.	9./II.	0,5	150	152	—	151
8./II.	12./II.	0,5	120	130	—	125
13./II.	16./II.	0,5	275	250	—	262
20./II.	23./II.	0,5	232	258	—	245
25./II.	28./II.	0,5	260	250	—	255
1./III.	5./III.	0,5	206	200	—	203
9./III.	12./III.	0,5	800	770	—	785

Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besitzung. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wieviel Wasser zur Untersuch. genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.		
			Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.
			I.	II.	
12./III.	15./III.	0,5	660	630	645
17. III.	20./III.	0,5	7880	3960	5920
21./III.	24. III.	0,5	9240	8730	8985
24./III.	27./III.	0,5	5487	4220	4854
25./III.	28./III.	0,5	4750	4500	4625
27./III.	30./III.	0,1	5450	5170	5310
30. III.	2./IV.	0,1	20000	22040	21020
31./III.	3./IV.	0,1	15450	13580	14515
1. IV.	4./IV.	0,1	17100	15400	16250
2./IV.	5./IV.	0,1	17260	14630	15945
3./IV.	6./IV.	0,1	10890	10100	10495
4./IV.	7./IV.	0,1	9500	9700	9600
5./IV.	8./IV.	0,1	9790	7940	7360
6./IV.	9./IV.	0,1	6930	5940	6485
7./IV.	10./IV.	0,1	5200	4840	5020
8./IV.	11./IV.	0,1	4220	5090	4655
9./IV.	12./IV.	0,1	2850	2600	2725
10./IV.	13./IV.	0,1	1300	1380	1340
11./IV.	14./IV.	0,1	1330	1100	1215
12./IV.	15./IV.	0,1	2320	2700	2295
13./IV.	16./IV.	0,1	1560	1800	1680
14./IV.	17./IV.	0,5	942	860	901
15./IV.	18./IV.	0,5	740	670	705
16./IV.	19./IV.	0,5	426	520	473
17./IV.	20./IV.	0,5	410	450	430

Vergleichen wir meine Ergebnisse mit denen von Bratanowicz, der im Sommer 1892 denselben Brunnen eine längere Zeit bacteriologisch untersucht hat, so finden wir, dass der Keimgehalt im Winter ein geringerer ist; die Zahlen zeigen keine so grossen Schwankungen, wie im Sommer; nur am 9. März bemerken wir ein plötzliches Ansteigen der Bacterien, die in den folgenden Tagen immer mehr und mehr zunimmt, um das Maximum am 30. März zu erreichen. Von diesem Tage beginnt die Zahl der Keime wieder abzunehmen.

Dieses plötzliche Ansteigen der Keimzahl ist auch leicht erklärlich. Während des Winters, wo der Boden tief gefroren ist, kann der Brunnen von oben her keine Zuflüsse erhalten, er ist also ausschliesslich auf das Grundwasser angewiesen. Anders verhält sich die Sache im Frühling, wo der Boden aufzuthauen beginnt und grosse Mengen von Wasser mit verschiedenen Schmutzstoffen in den Brunnen gelangen. Diese grossen Mengen von Wasser brauchen gar nicht bis zum Grundwasser zu gelangen, um mit demselben in den Brunnen einzutreten, sondern sie schlagen einen viel kürzeren Weg ein, indem sie von den Seiten her durch die Undichtigkeiten der Brunnenanlage direct in den Brunnen gelangen, so dass von einer Filtration hier gar nicht die Rede sein kann.

Die Wandungen des Brunnens sind aus Balken zusammengesetzt, zwischen welchen genug Spalten zurückbleiben, die den Eintritt des Wassers von den Seiten her ermöglichen; und in der That, wenn man einen solchen Brunnen aufdeckt, so kann man sehr deutlich sehen, wie von den Wänden fortwährend Wasser tropfenweise in den Brunnen gelangt. Befindet sich nun in der unmittelbaren

Nähe des Brunnens eine Abtrittsgrube, oder ein Schlammkasten, wo alle möglichen festen und flüssigen Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes hineingebracht werden, so versteht es sich von selbst, welchen Gefahren ein solcher Brunnen besonders zu einer solchen Zeit ausgesetzt ist.

Ein solcher Brunnen wirkt wie ein mächtiger Schwamm, der mit grosser Begierde nicht nur das Grundwasser, sondern auch alle flüssigen Substanzen, welche die oberflächlichen Schichten durchdrangen, aus einer grösseren Entfernung in sich aufsaugt.

Dieser Brunnen zeigt uns anschaulich, wie man bei der Beurtheilung eines Wassers vorsichtig sein muss. Hätten wir nur auf Grund der Untersuchungen im Winter Schlüsse ziehen wollen, so müssten wir den Brunnen als einen guten bezeichnen, denn die Keimzahl ist eine geringe. Nun sehen wir aber, was solche Brunnen leisten; es genügt nur ein bedeutender Regenguss, damit sich die Bacterienzahl schon am 3. Tage, wie es Bratanowicz im Sommer zu beobachten Gelegenheit hatte, bedeutend vermehrt; eben dasselbe geschieht auch im Frühling, wo der Boden aufthaut und der Zufluss von oben ein bedeutender wird.

Solche plötzliche Sprünge weisen immer auf eine stattgehabte Verunreinigung hin und damit auch auf eine grössere Möglichkeit zur Infection.

Die vom Collegen Seegrön den 23. März ausgeführte chemische Untersuchung ergiebt, auf 1.000.000 berechnet:

Schwefelsäure SO_3	11,3
Schwefelwasserstoff H_2S	0
Chlor Cl.	55,025
Salpetersäure N_2O_5	48,82
Salpetrige Säure N_2O_3	0
Ammoniak NH_3	0,4
Phosphorsäure P_2O_5	Spuren
Kalk CaO	145,00
Magnesia MgO	51,67
Zur Oxydation der organischen Substanzen verbrauchter Sauerstoff .	1,78
Trockenrückstand	548,00
Glührückstand	371,00
Glühverlust	177,00

Auch in chemischer Beziehung muss, wie uns die Tabelle belehrt, der Brunnen als ein verdächtiger angesehen werden.

Auf Grund der bacteriologischen Untersuchungen, die von Heymann und Woloschinsky und der chemischen, die in Prof. Dragendorff's Loboratorium von Zimmermann, Brasche und Seegrön ausgeführt worden sind, müssen alle Dorpater Brunnen mit Ausnahme der Bohrbrunnen als schlecht oder verdächtig bezeichnet werden.

Abgesehen aber von dem schlechten oberflächlichen Grundwasser, besitzt auch Dorpat in ausgiebiger Weise, wie es Guleke[1]) gezeigt hat, ein tiefes Grundwasser. Dieses Wasser, wie mehrere Untersuchungen

1) Separatdruck aus d. Archiv. f. die Naturkunde Liv-, Est- und Kurland. Serie I, Bd. IX. Lieferung V. Dorpat.

an Bohrbrunnen gezeigt haben, besitzt einen sehr geringen Keimgehalt, welcher zu verschiedenen Jahreszeiten keine Schwankungen aufweist; auch in chemischer Beziehung hat es sich als gut erwiesen.

Nun ist es selbstverständlich, dass es auch bei diesem Wasser hauptsächlich auf die Einfassung ankommt. Werden zum Sammeln des Wassers Kesselbrunnen angelegt, so werden diese Brunnen denselben Werth haben, wie die Brunnen mit oberflächlichem Grundwasser, denn, obwohl das die Brunnen speisende Grundwasser keimfrei ist, so ist doch nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, dass durch die Spalten und Risse der nicht wasserdichten Wandung ein Zufluss von oberflächlichem Grundwasser, oder eine directe Communication mit einem Schlammkasten oder einer Abtrittsgrube sich einstellen kann. Wird aber zur Hebung des Wassers an die Oberfläche ein Röhrenbrunnen eingerichtet, so ist jede Möglichkeit der Verunreinigung von den Seiten her vollständig ausgeschlossen und der Brunnen erhält nur Zuflüsse von unten her, also das keimfreie Grundwasser. Die Vorzüge der Röhrenbrunnen vor den Kesselbrunnen bestehen noch darin, dass, wenn auch zufälliger Weise eine Infection der ersteren vorkommt, dieselben, wie Fränkel gezeigt hat, sich sehr leicht desinficiren lassen, was bei den Kesselbrunnen nicht möglich ist.

Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser.

Die Bedeutung der Microorganismen im Haushalte der Natur ist eine eminent grosse. Eine ganze Reihe von Veränderungen, welche in der Natur fortwährend sich abspielen, werden jetzt auf die Anwesenheit und Betheiligung derselben zurückgeführt. Eine ganze Reihe von Vorgängen, die man früher nicht erklären konnte und die als Räthsel galten, werden jetzt als Wirkung der Microorganismen angesehen.

Denken wir an die pathogenen Spaltpilze, welche als die eigentlichen Erreger vieler Krankheiten des menschlichen und thierischen Organismus auftreten; denken wir an die Saprophyten und deren Bedeutung in der Natur. Dieselben bewirken die verschiedenartigsten Gährungsprocesse, wodurch eine ganze Menge unserer Nahrungs- und Genussmittel zum Gebrauch vorbereitet werden; durch dieselben werden alle complicirten Verbindungen der Ueberreste des organischen Lebens, welche sonst ganz verloren gingen, in einfachere Verbindungen zerlegt, wobei sie vom Neuen in den Kreislauf der Natur eintreten können und dadurch neues Leben und Gedeihen ermöglichen.

Die Lebensbedingungen der pathogenen Microorganismen sind schon von vielen Autoren studirt worden. Das ist auch leicht verständlich, wenn wir den grossen Schaden, welche diese Microorganismen dem menschlichen und thierischen Organismus verursachen, in Betracht ziehen. Besonders viele Untersuchungen wurden über ihr Verhalten im Wasser vorgenommen, da dieselben durch letztes Medium sehr häufig ihre Uebertragung auf den Menschen finden.

Karlinski[1]) studirte das Verhalten der Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen im Brunnenwasser; dabei stellte sich heraus, dass dieselben weder sich vermehren, noch im Stande sind eine längere Zeit dort fortzuleben. Am 4. Tage verschwanden die Cholera- und Milzbrandbacillen, am 7. Tage die Typhusbacillen.

Dubarry[2]) experimentirte mit vielen Arten und fand auch, dass diesselben nur eine kurze Zeit lebend im Wasser bleiben. Zu denselben Resultaten kamen Wolffhügel und Riedel[3]) und Bolton[4]).

„Die Gründe warum das Einzelwesen stirbt, sind uns verborgen; die grosse Frage des Werdens, des Lebens und des Vergehens ist weder für die grossen, noch für die kleinen Wesen gelöst". (Kubel-Tieman[5]).

Man kennt jedoch bereits einige Momente, welche ein frühzeitiges Absterben der Microorganismen bedingen; unter ihnen kommen hauptsächlich in Betracht

1) Ueber das Verhalten einiger pathogener Bacterien im Trinkwasser. Archiv für Hygiene Bd. IX.

2) Supplem. zur Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspfl. 1890. pag. 40

3) l. c.

4) l. c.

5) l. c. pag. 554.

niedrige Temperatur, schlechter Nährboden und die Stoffwechselproducte sowohl derselben, wie auch anderer Arten.

Was nun die Stoffwechselproducte betrifft, so ist es jetzt sicher nachgewiesen worden, dass es sich um Körper handelt, die den pflanzlichen Alkaloiden sehr nahe stehen; dieselben sind nicht nur für diese kleinen Lebewesen schädlich, sondern sind sogar im Stande höher organisirte Thiere abzutödten.

Nicht immer aber handelt es sich um solche Verbindungen, sondern es treten unter ihnen auch viel einfachere, wie freie Säuren, Alcalibildungen, wie es Sirotinin[1]) nachgewiesen hat.

Garrè[2]) liess den Bac. fluorescens putidus auf Gelatine wachsen; dann entfernte er die Cultur und inficirte den übergebliebenen Rest der Gelatine mit verschiedenen anderen Arten, dabei fand er, dass Typhusbacillen auf dieser Gelatine gar nicht zur Entwickelung kamen. Diese Erscheinung lässt sich dadurch erklären, dass der Bac. fluorescens durch seine Lebensäusserungen den Nährboden so verändert hat, dass die Entwicklung der Typhusbacillen auf demselben nicht vor sich gehen konnte. Ausser den Stoffwechselproducten kommt noch beim Absterben v. Microorganismen die Concurrenz, der Kampf ums Dasein in Betracht. Man hat beobachtet, dass, wenn in einer Flüssigkeit mehrere Arten von Microorganismen vorhanden sind, unter ihnen ein Kampf ums Dasein sich abspielt, so dass bald die eine, bald die andere Art die Oberhand gewinnt.

1) Ueber die entwicklungshemmenden Stoffwechselproducte etc. Zeitschrift für Hygiene Bd. IV, pag. 263.

2) Citat bei Kubel-Tiemann, pag. 489.

Es wurde auch durch verschiedene Versuche gezeigt, dass Typhus- und Cholerabacillen im sterilisirten Wasser sich viel länger, als im nicht sterilisirten halten. Man erklärte dies dadurch, dass dieselben im Kampfe ums Dasein mit den gewöhnlichen Bacterien des nicht sterilisirten Wassers von den letzteren verdrängt und überwuchert werden.

Der Zweck meiner Untersuchungen war festzustellen, wie sich nicht pathogene Bacterien im Wasser verhalten und in welcher Weise die gewöhnlichen Wasserbacterien auf das Eindringen der fremden Art reagiren.

Ich suchte während jeder Untersuchung sowohl die Zahl der hineingebrachten, als auch der gewöhnlichen Wasserbacterien durch genaue Zählung festzustellen. Für die Versuche wählte ich hauptsächlich solche Arten von Microorganismen, welche entweder durch ihr characteristisches Wachsthum auf Gelatine, oder durch Farbenproduction sich auszeichneten, damit es leichter wäre dieselben von den übrigen Wasserbacterien zu unterscheiden. Da mir nur ein einziger Brunnen zur Verfügung stand, so konnte ich nur mit den folgenden 4 Arten experimentiren: 1) Bac. radiciformis [1]), 2) Kieler Bac., 3) Bac. mirabilis [2]) und 4) Microk. prodigiosus.

Die genannten Arten stammen mit Ausnahme des radiciformis, welcher aus dem Versuchsbrunnen IV C gezüchtet wurde, aus der Sammlung des hygienischen Institutes. Das Impfmaterial für die ersten 3 Versuche wurde aus Culturen auf schräg erstarrter Gelatine ent-

1) Tataroff. Die Dorpater Wasserbacterien. Dissert. Dorpat 1891 pag. 16.

2) l. c. pag. 18.

nommen, für den 4 Versuch wurden Kartoffelculturen gebraucht. Die betreffenden Gelatineculturen wurden gewöhnlich eine Woche vor dem Versuche bereitet.

Zum Hineinbringen des Impfmaterials in den Brunnen, wurde eine Aufschwemmung gemacht und zwar auf folgende Weise: Culturen aus drei Röhrchen wurden mit einer Platinöse entnommen und in einem Erlenmeyer'schen Kölbchen mit destillirtem sterilisirtem Wasser aufgeschwemmt, wobei das Quantum gemessen wurde. Von der bereiteten Aufschwemmung wurde gewöhnlich eine Probe entnommen, um genau bestimmen zu können, wie gross die Zahl der hineingebrachten Keime war.

Bevor nun die Aufschwemmung in den Brunnen hineingethan war, entnahm ich eine Probe aus dem Brunnen, um die Zahl der gewöhnlichen Wasserbacterien zu bestimmen. Nach dem Hineingiessen der Aufschwemmung in den Brunnen, wurde das Wasser gründlich vermittelst einer mit Querleisten versehenen Holzstange durchgemischt; gleich nachdem wurde wiederum eine Probe entnommen, um die Vertheilung der Keime festzustellen, d. h. wieviel Keime der hineingebrachten Art auf ein Cubikcentimeter Wasser kommen. Gleichzeitig wurde auch Temperatur und Wasserstand gemessen.

Das Wasserquantum wurde aus der Formel $\pi R^2 h$ ermittelt, wo πR^2 eine constante Grösse für den betreffenden Brunnen ist, nämlich 804; h wurde durch die Messung des Wasserstandes bestimmt.

Am selben Tage, an dem am Morgen die Aufschwemmung hineingeschüttet wurde, entnahm ich eine 2. Probe um 4 Uhr Nachm.

Versuch I. Bei diesem Versuche wurde die Aufschwemmung nicht mit Wasser hergestellt, sondern eine Bouilloncultur benutzt. Dieselbe wurde 10 Tage vor dem Versuche bereitet, indem vermittelst einer Platinöse aus einer rein gezüchteten Radiciformiscultur etwas entnommen und in 200 ccm. sterilisirter Bouillon hineingethan; die Bouillon war am Tage des Versuches durch Vermehrung der Keime ganz trübe geworden. Eine Probe aus dieser Bouillon wurde nicht entnommen. Temper. 2° C.

Versuch I.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.								Bemerkungen.
						Die gewöhnlichen Wasserbacterien.				Radiciformiskeime.				
						Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
						I.	II.	III.		I.	II.	III.		
3./II.	1/2 9	7./II.	2° C.	136	1/200	546900	560400	—	553650	—	—	—	—	
—	1/2 9	—	—	—	1/400	819080	796000	637600	750893	3600	400	1200	1733	
—	4	—	—	—	1/200	730600	706800	703000	713467	3400	3400	4000	3600	
4./II.	1/2 9	8./II.	—	—	1/200	645280	598650	570000	604977	4000	3400	3000	3800	
5./II.	1/2 9	9./II.	—	—	1/200	837900	754300	734800	775667	1000	1600	1000	1200	
6./II.	1/2 9	10./II.	—	—	1/200	u n z ä h l i g				600	400	600	533	
7./II.	1/2 9	11./II.	—	—	1/200	u n z ä h l i g				400	800	600	600	
8./II.	1/2 9	12./II.	2,5	—	1/200	u n z ä h l i g				200	600	0	267	
9./II.	1/2 9	13./II.	—	144	1/200	u n z ä h l i g				600	200	0	267	
10./II.	1/2 9	14./II.	—	141	1/200	u n z ä h l i g				0	0	0	0	
11./II.	1/2 9	15./II.	2,5	149	1/200	u n z ä h l i g				0	0	0	0	

II. Versuch. 238 Ccm. einer Aufschwemmung von Kielerculturen im Wasser wurde in den Brunnen hineingegossen. Eine Probe aus derselben ergab 101 Million. Keime in 1 Ccm. Im Ganzen wurden also in den Brunnen 24 Billion. Keime hineingebracht. Die Menge des Wassers im Brunnen betrug 3400 Ccm. Dividiren wir die Zahl der hineingebrachten Keime durch 3400, so erhalten wir 858000, d. h. auf jedes Cubikcentimeter Brunnenwasser müssten so viel Keime kommen. Diese Zahl stimmt fast genau mit derjenigen überein, die die sofortige Probe nach dem Hineingiessen der Aufschwemmung ergeben hat.

Versuch II.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in Cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.								Bemerkungen.
						Gewöhnliche Wasserkeime.				Kielerkeime.				
						Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
						I.	II.	III.		I.	II.	III.		
16./II.	1/2 9	19./II.	2,5	150	1/400	313125	396000	—	354562	—	—	—	—	
—	1/2 9	19./II.	—	—	1/500	178000	138000	156000	157333	889200	841000	861500	863900	
—	4	19./II.	—	—	1/400	105600	165200	120000	130267	768800	765600	770000	768133	
17./II.	1/2 9	20./II.	—	144	1/400	85360	73440	83200	80667	679000	689520	669240	675920	
18./II.	1/2 9	21./II.	2,5	141	1/400	91520	74100	93680	86433	669760	596700	736960	667807	
19./II.	1/2 9	22./II.	—	138	1/400	169600	143560	188000	167053	551200	504400	564000	539867	20./II.
20./II.	1/2 9	23./II.	—	138	1/400	350880	261950	228920	280583	730320	632730	717800	693617	wurde d.
21./II.	1/2 9	24./II.	—	138	1/400	356960	368600	351000	358850	589760	623200	643600	618853	Wasser
22./II.	1/2 9	25./II.	—	135	1/400	399840	450000	388000	412613	671920	590040	659600	640520	im Br.
23./II.	1/3 9	26./II.	—	151	1/400	456000	526400	504400	495467	340000	330880	290000	320293	umger.
24./II.	1/2 9	27./II.	—	143	1/400	280000	262000	245600	262533	324000	322400	377000	330133	24./II.
25./II.	1/2 9	28./II.	—	143	1/400	236400	303200	333200	290933	200940	185200	188160	191433	wurde d.
26./II.	1/2 9	2./III.	2,5	134	1/400	292500	297200	294000	294567	163800	144400	180000	162733	Wasser
28./II.	1/2 9	3./III.	—	131	1/400	224640	230280	291000	248640	116480	80800	100880	99053	im Brunnen um-
1./III.	—	4./III.	—	131	1/400	304000	335320	368600	335793	36000	30000	33000	33000	gerührt.
3./III.	—	6./III.	—	132	1/400	89200	120000	verd.	104600	6000	12000	verd.	9000	

III. Versuch. 260 Cem. einer Aufschwemmung von Mirabilisculturen wurden in den Brunnen hineingethan. Im Kontrolröhrchen von dieser Aufschwemmung kamen leider die Keime nicht zur Entwickelung, so dass die Zahl der hineingebrachten Keime nicht bestimmt werden konnte. Jedenfalls wurde eine sehr grosse Zahl hineingelassen, da die Aufschwemmung ganz milchigtrübe aussah.

Versuch III.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in Cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter. Die gewöhnlichen Wasserkeime. Rollröhrchen. I.	II.	III.	Durchschnittszahl	Mirabiliskeime. Rollröhrchen. I.	II.	III.	Durchschnittszahl.	Bemerkungen.
15./III.	1/2 9	19./III.	1,6° C.	96	1/400	20800	16000	17200	18000	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	1/400	32400	36000	33200	33867	800	1200	400	800	
—	4	19./III.	—	—	1/400	60800	28000	40200	43000	800	1200	6000	2667	
16./III.	1/2 9	20./III.	—	96	1/400	26000	26000	verd.	26000	800	2400	verd.	1600	
17./III.	1/2 9	21./III.	1,6	84	1/400	40000	33600	31100	34900	800	800	400	667	
18./III.	1/2 9	22./III.	—	80	1/400	16800	12400	16800	15333	400	800	400	533	
19./III.	1/2 9	23./III.	—	85	1/400	13600	12000	13600	13067	400	400	0	267	
20./III.	1/2 9	24./III.	—	87	1/400	22000	20000	verfl.	21000	0	0	verfl.	0	20./III. das Wasser im Brunnen umgerührt.
21./III.	1/2 9	25./III.	—	86	1/400	22000	18800	21200	20667	0	0	0	0	
22./III.	1/2 9	26./III.	1,6	72	1/400	19200	16400	22000	19200	0	0	0	0	
23./III.	1/2 9	27./III.	—	64	1/400	26000	26200	29600	27267	0	0	0	0	23./III. das Wasser im Brunnen umgerührt.

IV. Versuch. Es wurden 240 Ccm. einer Aufschwemmung von 2 Kartoffelculturen des Prodigiosus im Wasser in den Brunnen hineingegossen. Die Controlröhrchen aus dieser Aufschwemmung ergaben: 50792000 und 59994000; Durchschnittszahl 55393000 Keime in 1 Ccm. Im Ganzen wurden 13617 Million Keime hineingebracht Zu gleicher Zeit stellte ich auch einen Versuch mit sterilisirtem Brunnenwasser an. Ich füllte einen Erlenmeyer'schen Kolben mit sterilisirtem Wasser aus dem Versuchsbrunnen IV B. und inficirte ihn dann mit Prodigiosuskeimen. Dieser Erlenmeyersche Kolben, gut verkorkt, wurde in den Brunnen hineingelassen, so dass die Temperatur sowohl im Erlenmeyer als auch im Brunnen dieselbe war.

Versuch IV.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in Cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter. Gewöhnliche Wasserkeime. Rollröhrchen. I.	II.	III.	Durchschnittszahl.	Prodigiosuskeime. Rollröhrchen. I.	II.	III.	Durchschnittszahl.	Bemerkungen.
31./III.	1/2 9	4./IV.	0,8° C.	38	1/200	21600	28000	—	24800	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	1/500	40800	52600	53500	48967	438600	509600	502900	483700	
—	4	—	—	—	1/400	54080	41600	37600	44427	328240	399800	323360	347133	
1. IV.	1/2 9	5./IV.	—	41	1/400	62620	50960	47520	53700	334200	392000	316800	347667	
2./IV.	1/2 9	6./IV.	—	51	1/400	32000	28840	24480	28440	396000	304880	350880	350587	
3./IV.	1/2 9	7./IV.	—	55	1/400	48880	43560	52000	48147	278240	272200	288000	279480	3./IV. w. das Wasser umgerührt.
4./IV.	1/2 9	8./IV.	—	35	1/400	36800	33280	32640	34240	275480	208000	257040	246840	
5./IV.	1/2 9	9./IV.	0,8	39	1/400	43120	43120	40800	42347	207760	196000	167280	190347	5./IV. wurde d. Wasser umgerührt.
6./IV.	1/2 9	10./IV.	—	52	1/400	31680	31360	38000	33680	156440	145040	163400	154960	
8./IV.	1/2 9	12./IV.	0,5	70	1/400	63360	54320	54320	57333	71280	68200	58200	65893	
9./IV.	1/2 9	13./IV.	—	75	1/400	56000	52000	48000	52000	10000	11200	11200	10800	
10./IV.	1/2 9	14./IV.	—	67	1/400	35200	42800	47200	41733	4400	4800	4800	4667	
11./IV.	1/2 9	15./IV.	—	69	1/400	124000	106000	116000	115333	4000	0	4000	2667	
12. IV.	1/2 9	16./IV.	—	65	1/400	152000	120000	130800	134267	7600	4000	6400	6000	12./IV. w. das Wasser umgerührt.
13./IV.	1/2 9	16./IV.	0,3	68	1/400	72000	57200	58800	62667	800	4800	2400	2353	
14./IV.	1/2 9	17./IV.	—	69	1/400	61200	68000	60000	63067	1600	2400	2000	2000	
15./IV.	1/2 9	18./IV.	—	71	1/400	139200	152000	128000	139733	6000	8000	7600	7533	15./IV. w. das Wasser un gerührt.
16./IV.	1/2 9	19./IV.	—	71	1/400	45200	43200	52000	46800	2000	2800	0	1600	
17./IV.	1/2 9	20./IV.	—	74	1/400	28000	26400	29200	27867	2000	1600	2000	1533	
18./IV.	1/2 9	21./IV.		69		31200	26000	14800	24000	0	0	0	0	23./IV. w.

Versuch mit sterilisirtem Brunnenwasser.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm.		
					Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.
					I.	II.	
5./IV.	1/2 9	8. IV.	0,8° C.	1/500	1530000	1552000	1541000
8./IV.	1/2 9	11./IV.	0,5	1/500	1515000	1405800	1455400
10. IV.	1/2 9	13./IV.	—	1/500	924150	911600	917875
13./IV.	1/2 9	16./IV.	0,3	1/500	1728000	1656500	1742250
14./IV.	1/2 9	17./IV.	—	1/500	2020000	1560000	1790000
16./IV.	1/2 9	19./IV.	—	1/500	unzählig		
18./IV.	1/2 9	21./IV.	—	1/500	unzählig		

Wie aus den vorgelegten Tabellen ersichtlich, findet eine Vermehrung der in den Brunnen hineingebrachten Keime nicht statt, im Gegentheil man sieht deutlich eine ziemlich rasche Abnahme derselben.

Diese Verminderung kann entweder auf ein Niedersinken derselben zum Boden, oder auf ein Absterben derselben zurückgeführt werden.

Dass ein Sedimentiren der Keime stattfinden kann, ist schon von mehreren Autoren beobachtet worden. Zuerst haben sich dafür Fol und Dunant[1]) ausgesprochen, dann auch Bolton[2]), Frank[3]), Rubner[4]) und Andere. Auch bei meinen Versuchen konnte ich ein Sedimentiren der Keime beobachten, denn, nach jedem Umrühren des Wassers im Brunnen, nahm die

1) Citat bei Wolffhügel.
2) l. c., pag. 92.
3) l. c.
4) Beitrag zur Lehre von den Wasserbacterien. Archiv für Hygiene, Bd. XI.

Zahl der Keime in den entsprechenden Proben zu. Hauptsächlich müssen wir aber das Verschwinden der Keime auf ein Absterben derselben zurückführen. Wenn wir nach der Ursache dieses Zugrundegehens fragen, so müssen wir auch bei diesen Keimen dieselbe auf diejenigen Momente zurückführen, die schon früher erwähnt worden sind, namentlich aber auf den Kampf ums Dasein mit den Wasserbacterien.

Eine merkwürdige Erscheinung stellte sich beim ersten Versuch ein. Während der Bacillus radiciformis im Versuchsbrunnen sich nicht entwickeln konnte, sondern einfach zu Grunde ging, konnte man ihn im Brunnen IV C, welcher nur 1 Meter von demselben entfernt ist, vor und während des Versuches in ziemlich grosser Menge treffen. Die Temperatur war in beiden Brunnen dieselbe; die chemische Zusammensetzung liess auch keine grossen Unterschiede wahrnehmen, nur waren aber die Arten, die im Versuchsbrunnen (IV B) zur Entwickelung kamen, ganz andere, als im Brunnen IV C. Es liegt die Möglichkeit nahe anzunehmen, dass der Radiciformis einen Antagonisten im Brunnen IV B fand, dem er erlag.

Das Zugrundgehen der Prodigiosuskeime lässt sich auf Grund des Versuches mit sterilisirtem Brunnenwasser auch auf dieselbe Ursache zurückführen.

Die Prodigiosuskeime sowohl im Erlenmyer'schen Kölbchen, als auch im Brunnen selbst fanden sich unter denselben Bedingungen, nur ein Unterschied war vorhanden, welcher darin lag, dass im Erlenmyer'schen Kölbchen die gewöhnlichen Wasserbacterien fehlten.

Nun sehen wir, dass während im Kölbchen nicht nur eine Verminderung der Keime, sondern sogar eine starke Vermehrung stattfand, war im Brunnen dies

nicht der Fall, da die Prodigiosuskeime in demselben schon nach 20 Tagen eine Verminderung um das 135-fache aufweisen.

Die Farbstoffproduction kam sowohl bei den Kieler- als auch Prodigiosuskeimen nach längerem Aufenthalt im Brunnen viel langsamer zur Entwickelung und auch nicht mit derselben Intensität wie vorher. Was nun die gewöhnlichen Bewohner des Brunnens betrifft, so sieht man, dass bei ihnen eine Vermehrung stattfindet, welche fast immer paralell mit dem Absterben der hineingebrachten Art vor sich geht.

Aus diesen Versuchen sehen wir, dass auch bei den Saprophyten die Lebendauer im Wasser eine beschränkte ist, obwohl sie länger als die pathogenen Keime dort persistiren.

Zum Schlusse möchte ich einen Bacillus beschreiben, welcher aus einem öffentlichen Pumpbrunnen stammt und welchem ich den Namen Bacillus caeruleo-violaceus beilegen möchte.

Morphologisches Verhalten: 0,25—0,3 μ dicke und 0,75—1,5 μ lange sich lebhaft bewegende Stäbchen mit abgerundeten Enden, meist zu Doppeltstäbchen geordnet. Färben sich mit gebräuchlichsten Anilinfarben ausnahmlos gut.

Plattencultur: Schon nach 3 × 24 Stunden bei Zimmertemperatur gehalten lassen sich die oberflächlichen Colonieen von den tiefliegenden mit blossem Auge unterscheiden. Die ersteren erscheinen weiss-grau und haben einen unregelmässigen Rand. Bei schwacher Vergrösserung (Zeiss. ocul. 4., object. A A) — glaswollartig durchflochten, stellenweise granulirt mit einem fein-

gezackten Rand und von hellgraubläulicher Farbe. Einige von diesen Colonieen zeigen ein punctförmiges gelbliches Centrum. Die tief gelegenen graugelblichen Colonieen sind klein, rund oder oval, scharf conturirt und fein granulirt. Der violette Farbstoff beginnt an den oberflächlichen Colonieen gewöhnlich am 7.—8. Tage deutlich hervorzutreten und zwar am Rande und schreitet allmählich bis zum Centrum hin, dabei ist aber immer der periphere Theil dunkler violett, als der centrale verfärbt. Späterhin nach 2 bis 3 Wochen erscheinen die Colonieen gewöhnlich aus 4 concentrischen Kreisen bestehend. Gleichzeitig mit der Bildung des Farbstoffes beginnt von denselben Stellen eine langsame Verflüssigung der Gelatine, wobei aber auch bei längerem Beobachten nicht die ganze Gelatine verflüssigt wird, sondern die Oberfläche derselben sich mit einem grauen Anflug überzieht.

Gelatineculturen, Strichcultur: Am 3. Tage bildet sich längs des Striches eine ganz schmale hellgraue mit einem Stich ins Blaue gehende zarte Auflagerung, die im durchfallenden Lichte perlmutterglänzend erscheint. Die Cultur wächst wenig in die Breite, hat einen wellig gezackten Rand. Die Bildung des violetten Farbstoffes beginnt, ganz wie bei den Plattenculturen, vom Rande aus und nach Ablauf der oben angegebenen Zeit. Die Cultur wird immer dunkler violett, ist feucht glänzend

und verflüssigt allmählig die Gelatine. Bei alten Culturen ist die schräge Fläche des Nährbodens mit einem grauen Anflug überzogen.

Stichcultur: An der Oberfläche der Gelatine um den Stichcanal herum bildet sich eine zarte graue Auflagerung, die in den nächsten Tagen an Breite zunimmt, aber doch nicht über die ganze Fläche sich ausbreitet. Gleichzeitig mit der Farbstoffbildung beginnt die Cultur einzusinken. Die Verflüssigung schreitet langsam vor sich, wobei sich der verflüssigte dunkelblauviolette Theil, von der nicht verflüssigten Gelatine durch eine horizontale Schicht scheidet.

Wachsthum auf Agar-Agar: Beim Strich entsteht eine oberflächlich gelegene hellgraue Cultur, die in den folgenden Tagen sich über die ganze schräge Fläche ausbreitet. Die Farbstoffbildung beginnt auf Agar-Agarculturen viel früher, als auf den Gelatineculturen, gewöhnlich schon am 3.—4. Tage. Die Cultur selbst ist feucht glänzend und von gleichmässiger dunkelblauvioletter Farbe.

Bouilloncultur: Die Bouillon erscheint schon nach 24 Stunden trübe und am 3.—4. Tage kommt es zur Bildung eines violetten Häutchens; am Boden sieht man einen blau-violetten Bodensatz. Im Thermostat (37° C.) sieht man in der Bouillon keine deutliche Entwicklung.

Kartoffelcultur: Die Cultur zeigt auf saurer Kartoffel einen grauen Belag, welcher sich über die ganze Fläche schnell verbreitet. Nach einigen

Tagen erscheint derselbe hellblauviolett verfärbt; die Intensität des Farbstoffes nimmt rasch zu, bis er zuletzt einen fast dunkelschwarzblauen Farbenton annimmt. Die Cultur ist feucht glänzend und liegt in einer ziemlich dicken Schicht auf dem Nährboden. Auf alcalischer Kartoffel ist die Entwicklung wie die Farbstoffbildung eine geringere.

Blutserumcultur: Auf Blutserum ist die Entwicklung eine geringe, wobei es zu einer kaum merkbaren Farbstoffentwicklung kommt. Der Nährboden wird nicht verflüssigt.

Temperaturverhältniss: Wächst bei Zimmertemperatur.

Luftbedürfniss: Aërob.

Verhalten zur Gelatine: Langsam verflüssigt.

Farbstoffbildung: Erzeugt einen hellvioletten bis schwarzblauen Farbstoff.

Bemerkung: Der Bacillus Caeruleo-violaceus weicht von den bis jetzt beschriebenen, einen ähnlichen Farbstoff producirenden, wie namentlich Bac. violaceus (Eisenberg, III. Auflage, Nr. 72, pag. 91), Bac. janthinus (ibid., Nr. 352 pag. 420) und dem von Claessen beschriebenen (Centralblatt für Bacteriol. und Parasitenkunde, Bd. VII, pag. 13) wesentlich ab, und daher sehe ich mich berechtigt, ihn als einen bis jetzt noch nicht beschriebenen Bacillus anzuführen.

Thesen.

1) Durch Einführung einer zweckmässigen Wasserversorgung, Canalisation und Desinfectionskammer kann die Morbilität und Mortalität auf ein Minimum reducirt werden.

2) Die Anlage von Brunnen soll nur unter medicinal-polizeilicher Controlle geschehen.

3) Gebrauchtes Papier soll zum Einschlagen oder zur Verpackung von Nahrungsmitteln verboten werden.

4) Neben der bacteriologischen und chemischen Untersuchung des Wassers soll die Inspection des Brunnens und seiner Umgebung nie unterlassen werden.

5) Bei dem acuten Magen-Darmcatarrh der Säuglinge ist die Hungercur die beste Behandlungsmethode.

6) Bei Eclampsia gravidarum sind die Drastica contraindicirt.

7) Die schweren Allgemeinerscheinungen der Cholera asiatica sind hauptsächlich auf die Wirkung der Stoffwechselproducte der Kommabacillen zurückzuführen.